

**STUDI PENGARUH PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP
PERUBAHAN INFILTRASI DAN LIMPASAN PERMUKAAN DI
SEBAGIAN WILAYAH DESA MAGUWOHARJO, DEPOK, SLEMAN, D.I.
YOGYAKARTA**

M. Barron Syauqi
barronsyauqi@gmail.com

Suprpto Dibyosaputro
suprptod@ugm.ac.id

INTISARI

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari perubahan infiltrasi dan aliran permukaan tahun 2004 dan 2010, serta mempelajari hubungan antara perubahan infiltrasi dan aliran permukaan dengan perubahan penggunaan lahan di sebagian Desa Maguwoharjo. Tebal infiltrasi dan aliran permukaan dicari menggunakan metode *Soil Conservation Services Curve Number* (SCS-CN). Data yang dikumpulkan diantaranya data penggunaan lahan, curah hujan harian, data tekstur tanah, dan data observasi lapangan laju infiltrasi sebagai penguji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas penggunaan lahan sawah di daerah penelitian berkurang 12,84%, sedangkan luas permukiman bertambah 13,39%. Perubahan tersebut menyebabkan perubahan pada koefisien infiltrasi yang berkurang dari 0,625 pada tahun 2004 menjadi 0,538 pada tahun 2010) dan perubahan pada koefisien aliran permukaan yang meningkat dari 0,300 pada tahun 2004 menjadi 0,405 pada tahun 2010. Koefisien infiltrasi berkorelasi positif dengan penggunaan lahan sawah dengan angka korelasi 0,934 dan koefisien aliran permukaan berkorelasi positif dengan permukiman padat dengan angka korelasi 0,969.

Kata Kunci: Penggunaan Lahan, Infiltrasi, Limpasan Permukaan, *Soil Conservation Services Curve Number*

ABSTRACT

This research aimed to study the change of infiltration and runoff in 2004 and 2010, and also to study the relationship between the change of infiltration and runoff with landuse change in a part of Maguwoharjo Village. The depth of infiltration and runoff estimated using *Soil Conservation Services Curve Number* (SCS-CN). Collected data included landuse, daily rainfall, soil texture, and field observation data. The result showed that the area of paddy field has decreased by 12,84% in 2010 than 2004, whereas the area of residential has increased by 13,39%. That landuse change resulted in infiltration coefficient change which decreased from 0,625 in 2004 to 0,538 in 2010) and runoff coefficient change which increased from 0,300 in 2004 to 0,405 in 2010. The infiltration coefficient correlated positively with paddy field with correlation number equal to 0,934, whereas the runoff coefficient correlated positively with dense residential with correlation number equal to 0,969.

Keywords: Landuse, Infiltration, Runoff, Soil Conservation Services Curve Number

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Data penggunaan lahan Kabupaten Sleman tahun 2004 dan 2010 menunjukkan bahwa terjadi perubahan penggunaan lahan yang besar di Kecamatan Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta. Penggunaan lahan pekarangan tahun 2004 seluas 18,23 km² (51,28% dari total luas Kecamatan Depok) menyempit menjadi hanya 0,47 km² (1,3%) pada tahun 2010. Di sisi lain terjadi peningkatan luas penggunaan lahan lain-lain (diantaranya seperti permukiman, industri, dan bangunan komersial) yang bertambah luas dari 9,11 km² (25,63%) pada tahun 2004 menjadi 27,63 km² (76,88%) pada tahun 2010.

Melihat besarnya perubahan penggunaan tahun 2004 hingga 2010, Desa Maguwoharjo, salah satu desa di Kecamatan Depok, diduga juga mengalami perubahan penggunaan lahan besar ditandai dengan dibangunnya Stadion Maguwoharjo dan perumahan elit Cassa Grande. Perubahan daerah pedesaan menjadi daerah perkotaan biasanya mengakibatkan naiknya tebal limpasan permukaan di daerah tersebut. Perubahan ini juga

akan mengakibatkan masalah lain kaitannya dengan tanah dan air. Oleh karenanya diperlukan pengukuran infiltrasi dan limpasan permukaan sebagai tolak ukur apakah perubahan penggunaan lahan telah berdampak buruk pada lingkungan tersebut atau belum.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang melatarbelakangi penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbedaan tebal infiltrasi sebelum dan sesudah adanya perubahan penggunaan lahan?
2. Bagaimana perbedaan tebal limpasan permukaan sebelum dan sesudah adanya perubahan penggunaan lahan?
3. Bagaimana pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap perubahan tebal infiltrasi dan limpasan permukaan?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. mempelajari perubahan tebal dan koefisien infiltrasi setelah adanya perubahan penggunaan lahan,

2. mempelajari perubahan tebal dan koefisien limpasan permukaan setelah adanya perubahan penggunaan lahan,
3. mempelajari pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap perubahan infiltrasi dan limpasan permukaan secara spasial.

Manfaat Penelitian

Diantaranya, manfaat-manfaat dari adanya penelitian ini adalah,

4. mengembangkan keilmuan hidrologi dalam hal pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap tebal infiltrasi dan limpasan permukaan,
5. sebagai bahan informasi perubahan penggunaan lahan di daerah penelitian,
6. sebagai bahan informasi besarnya tebal dan koefisien limpasan permukaan dan infiltrasi di daerah penelitian,
7. sebagai bahan pertimbangan dan kebijakan dalam pengelolaan tata ruang wilayah di daerah penelitian maupun di wilayah lain.

2. Tinjauan Pustaka

- a. Perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap lingkungan

Perubahan penggunaan lahan merupakan hal yang kompleks dan merupakan proses dinamis yang berhubungan dengan sistem alam dan manusia. Perubahan penggunaan lahan memiliki pengaruh langsung terhadap tanah, air, dan atmosfer (Meyer dan Turner, 1994 dalam Koomen dkk., 2007). Perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu faktor penting dalam perubahan daur hidrologi dan keduanya berhubungan secara independen; perubahan penggunaan lahan dapat mempengaruhi iklim, sedangkan perubahan iklim akan mempengaruhi penggunaan lahan di masa depan (Dale, 1997; Watson dkk., 2000 dalam Koomen dkk., 2007)

- b. Presipitasi

Presipitasi, menurut Davie (2008), merupakan pelepasan air dari atmosfer ke permukaan Bumi. Menurut Asdak (2010), sejumlah jaringan kerja dari sejumlah alat penakar hujan akan mewakili sejumlah titik-titik pengamatan besarnya atau ketebalan curah hujan

di daerah tersebut. Menurut Raghunath (2006) daerah datar seluas 540 km² dapat diwakili oleh 1 buah stasiun pengamatan curah hujan, sedangkan menurut Sosro-darsono dan Takeda (1977), daerah seluas 2,5 – 500 km² dapat diwakili oleh 1 buah stasiun pengamatan curah hujan.

c. Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan (*overland flow*) menurut Davie (2008) adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah sebelum mencapai alur. Diantaranya terdapat dua teori yang paling populer terkait mekanisme bagaimana terjadinya limpasan permukaan. Pendapat yang dikemukakan Seyhan (1990) di atas mengacu pada teori yang dikemukakan Robert Horton dalam karya ilmiahnya tahun 1933 di mana limpasan permukaan terjadi akibat laju presipitasi melebihi laju infiltrasi. Teori yang kedua dikemukakan oleh Hewlett dan Hibbert (1967) dalam Davie (2008) di mana dikatakan bahwa limpasan permukaan terjadi akibat tanah telah jenuh dengan air sehingga air lagi tidak dapat masuk ke dalam tanah.

d. Metode *Soil Conservation Service Curve Number* (SCS-CN)

Metode *Soils Conservation Service Curve Number* (SCS-CN) merupakan metode yang dikembangkan pada tahun 1954. Metode SCS-CN didokumentasikan pada *Section 4 National Engineering Handbook* (NEH-4) yang dipublikasikan oleh *Soil Conservation Service* (sekarang *Natural Resources Conservation Service*), Departemen Pertanian US pada tahun 1956. Metode SCS-CN merupakan salah satu metode yang paling populer untuk menghitung volume limpasan permukaan dari curah hujan tertentu pada lahan pertanian, hutan, dan perkotaan yang sempit. Persamaan dasar metode SCS-CN adalah,

$$R = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

dimana R adalah limpasan permukaan (mm), P adalah curah hujan (mm), I_a adalah abstraksi awal (*initial abstraction*) yaitu seluruh air yang hilang sebelum terjadi limpasan permukaan seperti simpanan permukaan, intersepsi (mm), dan S adalah parameter retensi atau potensi maksimum curah hujan yang dapat

terinfiltrasi atau menjadi limpasan permukaan (mm) yang didefinisikan sebagai:

$$S = 25,4 \times \frac{1000}{CN} - 10$$

dimana CN adalah *curve number*, yang diperoleh dari tabel (terlampir) berdasarkan pada penggunaan lahan dan karakteristik hidrologi tanah. Nilai CN beragam berdasarkan tipe tanah, penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan perubahan pada *antecedent soil water content* (tingkat kejenuhan air dalam tanah). (Davie, 2008)

CN menggambarkan kemampuan tanah untuk menginfiltrasi atau menahan hujan, yang mana kelebihan hujan akan menjadi limpasan permukaan. (Virginia Department of Conservation and Recreation, 1999)

Studi empiris pada lahan pertanian kecil di USA menyimpulkan bahwa nilai abstraksi awal (*initial abstraction*, I_a) dapat didekati dengan persamaan:

$$I_a = 0,2S$$

Sehingga persamaan metode SCS-CN menjadi,

$$R = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Daerah penelitian (Gambar 1) berada di sebagian wilayah Desa Maguwoharjo yang terletak pada koordinat UTM Zona 49M 9139609 – 9144325 meter Utara dan 435521 – 439147 meter Timur. Desa Maguwoharjo adalah salah satu desa di Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Provinsi D.I. Yogyakarta. Daerah penelitian terletak pada daerah pinggiran Kota Yogyakarta. Sebagian daerah ini juga termasuk daerah kecamatan Yogyakarta sehingga telah banyak area terbangun di daerah ini.

Tebal infiltrasi dihitung menggunakan persamaan SCS-CN. Persamaan SCS-CN untuk mencari nilai infiltrasi adalah sebagai berikut, (Mishra dan Singh, 2003)

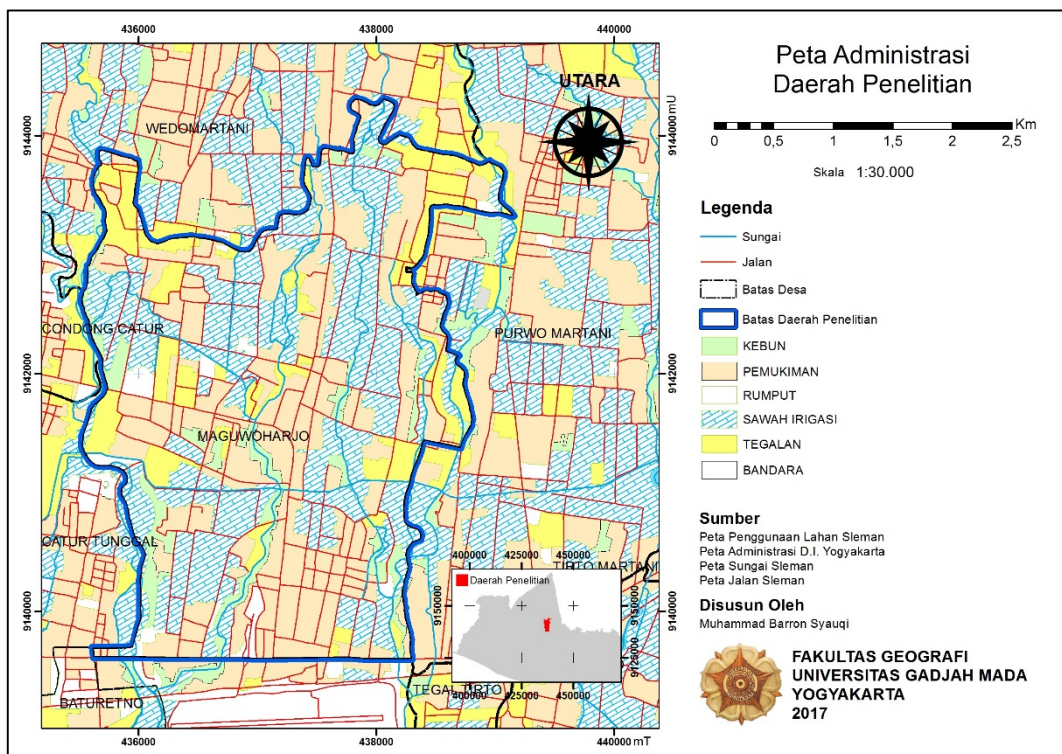
$$F = \frac{(I - \lambda S) \times S}{(I + (1 - \lambda S))}$$

dimana F adalah tebal infiltrasi (mm), I adalah tebal hujan (mm), S adalah potensi retensi atau infiltrasi maksimum, dan λ adalah perbandingan antara abstraksi awal (*initial abstraction*, I_a) dengan S (I_a/S). Nilai S dicari dengan persamaan: (Mishra dan Singh, 2003)

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254$$

CN adalah curve number yang didapat dari tabel *Curve Number* (lampiran). (Asdak, 2010) Sedangkan koefisien infiltrasi dicari dengan membandingkan tebal infiltrasi dengan jumlah curah hujan (F/I).

Tebal limpasan permukaan diperoleh menggunakan perhitungan metode SCS-CN. Persamaan limpasan permukaan metode SCS-CN adalah sebagai berikut, (Mishra dan Singh, 2003)



Gambar 1. Peta Administrasi Daerah Penelitian

$$R = \frac{(I - \lambda S)^2}{(I + (1 - \lambda S))}$$

dimana R adalah tebal limpasan permukaan (mm), I adalah tebal hujan (mm), S adalah potensi retensi atau infiltrasi maksimum, dan λ adalah perbandingan antara abstraksi awal (I_a) dengan (S). Sedangkan koefisien

limpasan permukaan dicari dengan membandingkan tebal limpasan permukaan dengan jumlah curah hujan (Q/I).

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya,

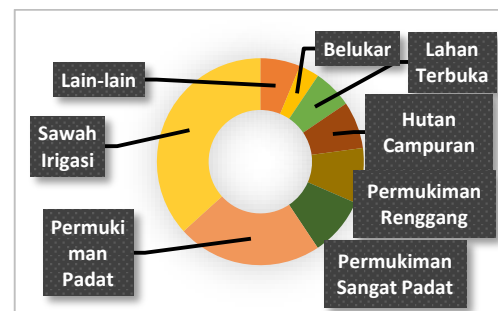
1. Peta Administrasi Kabupaten Sleman Peta Kontur Wilayah Kabupaten Sleman
2. Peta Kontur Wilayah Kabupaten Sleman
3. Data jumlah curah hujan harian tahun 2004 hingga 2010
4. Citra *Google Eye* Desa Maguwoharjo tahun 2004, 2007, dan 2010
5. Sampel tanah (untuk mendapatkan kelas hidrologi tanah)
6. Data variasi tanaman pertanian
7. Data observasi lapangan laju infiltrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

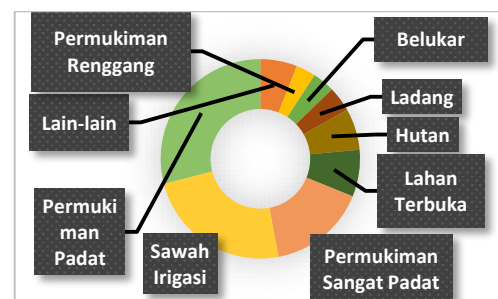
Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan daerah penelitian sebagian besar merupakan permukiman dan sawah irigasi. Grafik penggunaan lahan tahun 2004 dan 2010 memperlihatkan besarnya perubahan penggunaan lahan yang terjadi di daerah penelitian. Sawah irigasi pada tahun 2004 merupakan penggunaan lahan yang memiliki luas paling besar, namun pada tahun 2010, sawah irigasi mengalami penurunan luas yang pesat sebaliknya permukiman mengalami kenaikan luas

yang pesat. Permukiman padat menjadi penggunaan lahan paling luas pada tahun 2010 dengan persentase luas sebesar 29% (atau 39% jika ditambah dengan luas permukiman sangat padat), naik dari 23% pada tahun 2004. Sementara itu sawah irigasi mengalami penurunan yang signifikan yaitu menurun dari 37% pada tahun 2004 menjadi 24% pada tahun 2010.



Gambar 2. Diagram Persentase Penggunaan Lahan Sebagian Desa Maguwoharjo tahun 2004



Gambar 3. Diagram Persentase Penggunaan Lahan Sebagian Desa Maguwoharjo tahun 2010

Infiltrasi

Tebal infiltrasi daerah penelitian sebesar 515,45 mm di tahun 2004 dan 987,16 mm di tahun 2010 (Tabel 1).

Tebal infiltrasi mengalami kenaikan dari 1071,81 mm ditahun 2004 menjadi 1309,63 mm ditahun 2010. Meskipun begitu, koefisien infiltrasi justru mengalami penurunan sebesar 0,087 atau dengan kata lain tebal

infiltrasi menurun 8,7% berdasarkan perbandingan antara tebal infiltrasi dengan curah hujan. Naiknya tebal infiltrasi namun justru koefisien infiltrasi menurun disebabkan karena

Tabel 1. Tabel Hasil Penelitian

	Satuan	2004		2010		Perubahan	
		Nilai	Koef.	Nilai	Koef.	Nilai	Koef
Hasil perhitungan tahunan							
Curve Number		74,01					
Tebal Curah Hujan	mm	1716		2435		719	
Abstraksi Awal (Ia)	mm	128,75	0,075	138,21	0,057	9,46	-0.018
Tebal Infiltrasi (F)	mm	1071,81	0,625	1309,63	0,538	237,82	-0.087
Tebal Limpasan Permukaan (Q)	mm	515,45	0,300	987,16	0,405	471,71	0,105
Hasil perhitungan saat hujan maks							
Waktu		27 Desember		6 Desember			
Tebal Hujan	mm	82,5		217			
Tebal Ia	mm	0,43	0,005	0,39	0,002	-0,04	-0,003
Tebal F	mm	25,60	0,684	30,58	0,141	4,98	-0,543
Tebal Q	mm	56,47	0,310	186,03	0,857	129,56	0,547

faktor curah hujan dimana curah hujan pada tahun 2010 jauh lebih besar dibanding tahun 2004 (berbeda 719 mm, Tabel 1).

Sedangkan jika dilihat dari hasil perhitungan pada saat hujan maksimum terjadi (Tabel 1), perubahan infiltrasi jauh lebih signifikan. Koefisien infiltrasi mengalami penurunan yang besar yaitu sebesar 0,543.

Penggunaan lahan daerah penelitian dalam waktu tujuh tahun (2004 – 2010) memiliki pengaruh terhadap penurunan infiltrasi. Hal tersebut ditandai dengan naiknya luas penggunaan lahan yang kedap air dan sebaliknya. Perubahan tersebut mengakibatkan naiknya nilai CN dan turunnya koefisien infiltrasi sebesar

0,084 (8,7% air hujan yang ter-infiltrasi) dalam waktu tujuh tahun.

Limpasan Permukaan

Hasil perhitungan (Tabel 1) menunjukkan bahwa tebal limpasan permukaan meningkat dari 525,45 mm di tahun 2004 menjadi 978,16 mm di tahun 2010. Tebal limpasan permukaan tersebut meningkat hampir dua kali lipat pada tahun 2010. Meskipun peningkatan tersebut juga disebabkan karena curah hujan yang lebih tinggi di tahun 2010, namun dilihat dari koefisien limpasan permukaan juga mengalami kenaikan. Tebal dan koefisien limpasan permukaan pada saat hujan maksimum juga mengalami kenaikan, dimana tebal limpasan permukaan naik dari 56,47 mm menjadi 186,03 mm, sedangkan koefisien limpasan permukaan naik dari 0,310 menjadi 0,857. Koefisien limpasan permukaan mengalami kenaikan yang sangat signifikan yaitu sebesar 0,547.

Penggunaan lahan yang permukaannya kedap air (jalan, tambak, tubuh air, permukiman sangat padat, stadion sepakbola, dan tempat parkir) menghasilkan tebal limpasan per-

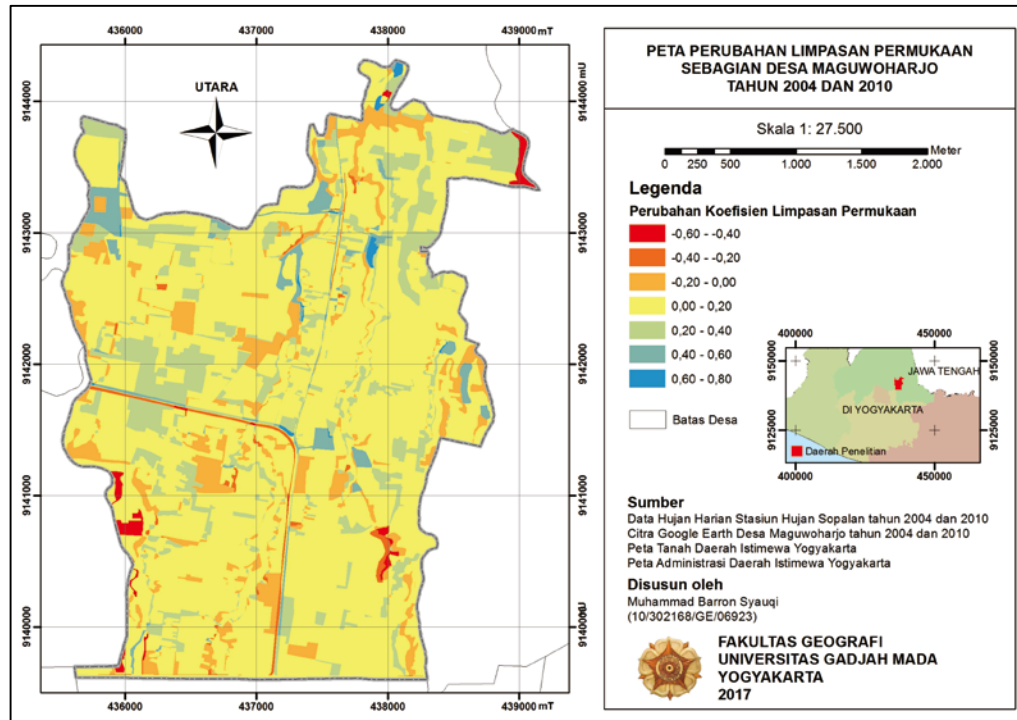
mukaan yang besar, sementara penggunaan lahan yang permukaannya didominasi tanah dan vegetasi (belukar, hutan campuran, padang rumput, dan permukiman renggang) menghasilkan tebal limpasan yang kecil. Tanah di daerah penelitian tergolong baik dalam meresapkan air ke dalam tanah, sehingga seharusnya memiliki potensi untuk menahan laju limpasan permukaan. Namun penggunaan lahan menutup permukaan tanah menjadi permukaan yang kedap air sehingga peningkatan tebal maupun koefisien limpasan permukaan dari tahun 2004 ke tahun 2010, diantaranya disebabkan karena menurunnya luas penggunaan lahan yang permukaannya kedap air dan sebaliknya.

Perubahan Infiltrasi dan Limpasan Permukaan Kaitannya dengan Perubahan Penggunaan Lahan

Limpasan permukaan, dilihat dari peta (Gambar 4), berbanding terbalik dengan infiltrasi. Sebagian besar daerah penelitian mengalami kenaikan koefisien limpasan sedangkan koefisien infiltrasi di sebagian besar

daerah penelitian mengalami penurunan. Diantaranya daerah yang

mengalami kenaikan koefisien limpasan permukaan yang



Gambar 4. Peta Perubahan Koefisien Limpasan Permukaan Sebagian Desa Maguwoharjo Tahun 2004 – 2010

jelas adalah daerah kedap air (seperti bangunan stadion, tambak, bangunan komersial, dan perumahan) menggantikan penggunaan lahan yang memiliki permukaan vegetatif seperti sawah, ladang, dan hutan. Hubungan yang berbanding terbalik antara infiltrasi dan limpasan permukaan juga ditunjukkan dari hasil uji korelasi Pearson dengan angka korelasi -0,960 (nilai signifikansi 0,04) (Tabel 4.8).

Sawah dan permukiman merupakan penggunaan lahan yang mendominasi daerah penelitian. Luas perubahan

kedua penggunaan lahan tersebut merupakan yang paling besar (sawah 12,84%, sedangkan permukiman padat 13,39%, Tabel 4.3) sehingga sangat menentukan besar infiltrasi dan limpasan permukaan yang dihasilkan. Sehingga penurunan luas sawah, yang memiliki korelasi positif terhadap infiltrasi, dan kenaikan luas permukiman padat, yang memiliki korelasi positif terhadap limpasan permukaan, merupakan penyebab turunnya koefisien infiltrasi dan

naiknya koefisien limpasan permukaan di daerah penelitian pada tahun 2004 – 2010.

KESIMPULAN

- Tebal infiltrasi meningkat yaitu dari 1071,81 mm pada tahun 2004 menjadi 1309,63 mm pada tahun 2010. Meskipun begitu, koefisien infiltrasi mengalami penurunan sebesar 0,087. Sedangkan naiknya tebal infiltrasi salah satunya disebabkan karena curah hujan tahun 2010 yang lebih tinggi.
- Tebal limpasan permukaan meningkat dari 515,45 mm pada tahun 2004 menjadi 987,16 mm pada tahun 2010. Koefisien limpasan juga mengalami peningkatan sebesar 0,105.
- Penggunaan lahan di daerah penelitian didominasi oleh sawah dan permukiman. Sawah berkorelasi positif terhadap infiltrasi dengan angka korelasi 0,934, sedangkan limpasan permukaan berkorelasi positif terhadap permukiman padat dengan angka

korelasi 0,969. Besarnya penurunan luas sawah dan kenaikan luas permukiman padat menjadi penyebab turunnya koefisien infiltrasi dan naiknya koefisien limpasan permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2010. **Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Davie, Tim. 2008. **Fundamentals of Hydrology, Second Edition**. London, New York: Routledge Taylor & Francis Grup
- Koomen, Eric; John Stillwell; Aldrik Bakema; dan Henk Scholten. 2007. **Modelling Land-Use Change: Progress and Applications**. Dordrecht: Springer
- Mishra, Surendra Kumar dan Vijai Singh. 2003. **Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology**. Springer-Sciene+Business Media, B.V.
- Raghunath, Hassan. 2006. **Hydrologi: Principles, Analysis, Design**. New Delhi: New Age International Publisher
- Seyhan, Ersin. 1990. **Dasar-Dasar Hidrologi**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Sosrodarsono, Suyono dan Kensaku Takeda. 1977. **Hidrologi untuk Pengairan**. Tokyo: Association for International Technical Promotion.
- Virginia Department of Conservation and Recreation, 1999. **Virginia**

**Stormwater Management
Handbook: First Edition.**
Virginia: Virginia Department
of Conservation and Recreation